

SUR LA PRÉSENCE DE LA MATIÈRE VERTE DANS LES ORGANES ACTUELLEMENT SOUSTRATS A L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE, par M. Ch. FLAHAULT. 

On sait que d'une façon générale la lumière est indispensable pour que la chlorophylle des végétaux se colore en vert ; que lorsque l'intensité de la lumière reste au-dessous d'un certain minimum, les organes ordinairement verts prennent une teinte jaune plus ou moins pâle. Les parties du corps protoplasmique destinées à remplir la fonction d'assimilation possèdent, il est vrai, leur forme normale dans les organes jeunes soustraits à l'influence de la lumière ; mais leur dimension est un peu plus faible que lorsqu'elles ont été soumises à son action. Mais si cette privation de lumière se prolonge pendant un certain temps, variable avec l'activité plus ou moins grande de la vie dans une plante ou dans un organe, cette chlorophylle étiolée ne tarde pas à se détruire ; les grains protoplasmiques perdent la netteté de leur forme ; ils deviennent irréguliers ; leur substance, limpide au début, devient granuleuse et opaque, et finalement il ne reste plus dans le protoplasma des cellules à chlorophylle que des granules irréguliers d'apparence grasseuse, solubles dans l'éther.

On cite cependant quelques exceptions à cette règle :

1° Des embryons de *Pinus* et d'autres Conifères ont leurs cotylédons colorés en vert intense au moment de la germination, alors même qu'ils sont encore cachés sous 1 ou 2 centimètres de terre compacte, et que le vase dans lequel a lieu la germination soit soustrait à l'action de la lumière.

2° Plusieurs auteurs ont signalé la présence de matière verte dans l'embryon d'un certain nombre de plantes phanérogames, protégé cependant par des téguments souvent fort épais. C'est ce qui arrive, par exemple, pour les embryons des *Evonymus*, *Acer*, *Raphanus*, *Astragalus*, *Celtis*, *Tropæolum*, *Pistacia*, *Viscum*, *Citrus*, *Geranium*, *Cephalaria*.

3° On sait que les frondes de quelques Fougères développées dans l'obscurité complète prennent une coloration verte tout à fait normale.

Ces faits s'expliquent d'autant plus difficilement que dans toutes les expériences relatives à l'action de la lumière, on a reconnu que cette action est locale, qu'en dehors du point frappé par un rayon lumineux, la coloration verte ne se produit pas ordinairement.

La coloration verte que présentent les organes végétaux dans ces différents cas est-elle due à de la chlorophylle identique par ses caractères anatomiques et physiologiques avec la chlorophylle des feuilles développées à la lumière ? Si la réponse est affirmative, dans quelles conditions s'est formée cette chlorophylle ?

Il est facile de résoudre la question relative aux graines. M. J. Böhm a déjà montré que si les graines de plusieurs plantes (*Acer*, *Astragalus*, *Celtis*, *Raphanus*) se développent à l'abri de la lumière, l'embryon ne se colore pas en vert.

J'ai moi-même répété cette expérience sur les graines du *Viola tricolor*, de l'*Acer Pseudoplatanus*, du *Geranium lucidum*; elles m'ont conduit au même résultat.

On pouvait déjà conclure de là que la coloration verte est due fort probablement à de la chlorophylle. Pour le démontrer, j'ai étudié anatomiquement la matière verte de ces embryons. Dans la plupart d'entre eux, un protoplasma dense remplit les jeunes cellules de l'embryon; ce protoplasma est tout entier coloré en vert sans qu'il y ait des grains de chlorophylle constitués. C'est ainsi qu'on peut l'observer dans les *Acer Pseudoplatanus*, *A. macrophyllum*, *Viola tricolor*, *Geranium lucidum*, etc.; mais dans l'embryon du Gui on trouve les cellules remplies de grains verts arrondis, de dimensions un peu plus faibles que ceux qui remplissent les cellules des feuilles et le parenchyme cortical des tiges de cette plante.

Anatomiquement, cette matière ressemble donc beaucoup à de la chlorophylle; mais dans la plupart des cas, elle n'a pas atteint le degré de différenciation qu'elle acquiert dans les conditions ordinaires.

Il est bien facile d'appuyer ces données par l'étude du fonctionnement de cette matière verte. Il suffit pour cela de prendre des coupes minces de l'embryon, comme je l'ai fait pour le *Viola tricolor*, l'*Acer Pseudoplatanus* et le *Viscum album*; on les place dans une goutte d'eau, et après les avoir recouvertes d'une lamelle, on les étudie au microscope en permettant aux rayons directs du soleil de venir frapper la préparation: après 3-5 minutes, on voit apparaître des bulles de gaz au milieu des cellules. Ces bulles, très petites, s'étendent peu à peu; le dégagement persiste pendant cinq ou six heures d'insolation. Au bout de ce temps, la chlorophylle ne paraît pas modifiée; sa coloration, autant qu'il m'a été possible de la déterminer, n'était pas plus intense qu'au moment de la mise en expérience. Je n'ai pu y découvrir de grains d'amidon.

Pour m'assurer que le gaz dégagé est bien du gaz oxygène, j'ai réuni dans de petites éprouvettes un très grand nombre d'embryons de Gui d'une part, de Violette d'autre part; ayant rempli d'eau les éprouvettes, je les renversai sur une cuvette remplie d'eau que je plaçai au soleil comparativement avec une autre éprouvette renfermant autant de petites feuilles d'*Helodea* que la première renfermait d'embryons de Gui: les embryons de Gui ont en général une surface un peu inférieure à celle d'une feuille d'*Helodea*. Après quinze minutes d'insolation, les feuilles d'*Helodea* se chargèrent d'un grand nombre de petites bulles qui s'élevèrent

bientôt dans l'éprouvette; les embryons de Gui et ceux de Violette se chargèrent aussi presque aussitôt de bulles, mais le dégagement fut beaucoup moins fort. Après six heures d'insolation, les feuilles d'*Helodea* avaient dégagé près de 6 centimètres cubes; les embryons de Gui en avaient dégagé environ six fois moins. Les embryons de Violette avaient dégagé comparativement moins de gaz que les embryons de Gui, et comme ils étaient beaucoup moins nombreux; je n'ai pu déterminer positivement la nature du gaz dégagé.

Quant au gaz produit par le Gui, il suffit d'éteindre une allumette enflammée, et de plonger son extrémité présentant encore un point en ignition dans l'éprouvette renversée et bouchée au moyen du doigt, pour reconnaître que l'allumette y brûle de nouveau avec activité, aussi bien que dans l'éprouvette à *Helodea*.

Dans les deux cas, nous avons donc eu affaire à un dégagement d'oxygène, et la matière verte contenue dans la graine est bien de la chlorophylle pouvant assimiler comme celle des feuilles, dès qu'elle subit l'influence de la lumière. M. Chautard a étudié le spectre de la matière extraite de quelques embryons plus ou moins verts; il y a reconnu les bandes d'absorption caractéristiques de la chlorophylle, et notamment la bande très nettement limitée qui commence au milieu du rouge.

Mais cette chlorophylle s'est-elle formée à l'obscurité? a-t-elle acquis sa coloration verte sous l'abri des téguments plus ou moins opaques de la graine?

Il suffit d'étudier le développement de l'embryon pour reconnaître que non. Je passe sous silence les détails relatifs au développement du fruit du Gui, de la Violette, de la Capucine, de plusieurs *Geranium* et *Acer*, dont j'ai suivi le développement. Dans tous les cas, les téguments de la graine ou du fruit présentent au début un degré de transparence remarquable; l'albumen du *Viola tricolor* est, pour ainsi dire, liquide jusqu'à une époque très voisine de la maturité; dans tous les cas, la chlorophylle est formée dans l'embryon pendant cette période de formation de la graine, alors que la lumière pénètre facilement jusque dans les parties les plus profondes.

Il est très remarquable pourtant que cette chlorophylle se conserve ensuite pendant très longtemps à l'obscurité sans s'altérer aucunement et toute prête à fonctionner aux premiers rayons du soleil. On peut admettre sans doute que l'embryon, entrant dans une période de vie latente, la chlorophylle emmagasinée dans son intérieur attend, sans subir aucune modification, le moment où elle aura à jouer un rôle actif.

Du reste, on peut citer d'autres exemples de chlorophylle demeurée inaltérée à la suite d'un long séjour à l'obscurité. Des spores de *Blechnum brasiliense* ont été semées au mois de février dans une serre, à une tem-

pérature à peu près constante de 25 degrés. Au commencement de mars, les prothalles naissaient et présentaient leur plus grande surface normalement au côté d'où leur venait la lumière; le 15 mars, les plus grands avaient atteint 1 millimètre à 1 millimètre et demi de largeur; la petite spore qui leur avait donné naissance était complètement vide. Je les plaçai alors à l'obscurité, pour reconnaître au bout de combien de temps ils auraient consommé tout leur amidon, et pour étudier la façon dont la chlorophylle se détruirait.

Après trente-six heures de séjour à l'obscurité, le procédé ordinaire (décoloration de la chlorophylle par l'alcool, macération dans la potasse, puis coloration par l'iode des grains d'amidon qui sont gonflés, s'il en existe) ne me révélait plus la présence de l'amidon; mais aujourd'hui 13 juin, les grains de chlorophylle sont encore verts, inaltérés, appliqués le long des parois cellulaires dans le corps protoplasmique qui tapisse cette paroi. Après quatre-vingt-dix jours, la chlorophylle n'a subi aucune altération; les prothalles n'ont pas grandi, ils sont aujourd'hui tels qu'ils étaient le 15 mars; ils ont conservé l'orientation qu'ils avaient alors. Placés à la lumière, ils dégagent des bulles d'oxygène après quelques minutes d'insolation.

Donc, la chlorophylle peut, dans quelques cas, se conserver pendant longtemps à l'abri de la lumière sans altération; elle peut ensuite assimiler de nouveau dès que les circonstances lui sont favorables.

Les embryons de *Pinus* et de *Thuia* ne se colorent en vert qu'au moment de la germination. Au moment où le tégument très épais qui entoure la graine du *Pinus Cembra* est rompu par le gonflement de l'albumen et de l'embryon, la radicule s'allonge et pénètre dans le sol qui entoure la graine. La tigelle est bientôt chassée hors de l'albumen; les cotylédons s'allongent et demeurent seulement en partie cachés dans cette masse de matière nutritive. Si l'on étudie la plante dès que ces phénomènes apparaissent, on voit que l'embryon est vert; l'étude anatomique montre que cette coloration est due à la présence de nombreux grains de chlorophylle bien constitués, arrondis, de forme régulière, un peu plus petits qu'ils ne le sont dans les feuilles ordinaires du *Pinus Cembra*.

La chlorophylle se forme donc ici sans intervention de la lumière.

L'étude microscopique la plus attentive ne révèle pas d'amidon dans ces grains de chlorophylle; des coupes placées sous une lame de verre au soleil dégagent aussitôt de petites bulles d'oxygène, comme le montre l'expérience faite en réunissant plusieurs de ces embryons dans une éprouvette au soleil. (On ne peut guère prolonger cette expérience au delà d'une journée d'insolation, car après quelques heures de séjour dans

l'eau, les parties aériennes des plantes s'infiltrèrent; l'assimilation cesse peu à peu à mesure que le tissu s'altère.)

Si la jeune plante de *Pin* développée à l'obscurité y est maintenue indéfiniment, il vient un moment où, tout l'albumen étant absorbé par les cotylédons, la plante cesse de s'accroître; à ce moment, les cotylédons sont colorés en vert clair; les grains de chlorophylle qui remplissaient d'abord les cellules très petites, se trouvent maintenant disséminés dans les mêmes cellules devenues plus grandes; mais il ne paraît pas s'être formé de nouveaux grains. Bientôt les cotylédons et la tigelle pâlissent; l'étude anatomique montre que les grains de chlorophylle sont devenus granuleux, ratatinés; tout accroissement de la plante a cessé. Trente jours après l'absorption complète de l'albumen, à une température à peu près constante de 15 degrés, il ne reste plus à leur place que des gouttelettes d'huile jaunâtre. Placées à la lumière, au moment où les grains de chlorophylle commençaient à s'altérer, les plantes y sont mortes épuisées, aussi vite que dans l'obscurité la plus profonde. Au contraire quelques plantes mises à la lumière six jours avant le complet épuisement de l'albumen, alors que les grains de chlorophylle étaient encore intacts, ont continué à s'accroître; elles ont acquis, après quatre jours d'action de la lumière, la teinte foncée que présentent ordinairement les feuilles de *Pin*.

C'est dans les mêmes circonstances que la chlorophylle se forme dans les feuilles produites par des rhizomes de *Nephrodium spinulosum* et de *N. Filix-mas* placés à l'obscurité complète. Développées dès les premiers jours d'avril par une température sensiblement constante de 14 degrés, ces feuilles ont un limbe très peu développé, mais vert comme dans les conditions normales; ces feuilles assimilent abondamment aussitôt qu'elles sont placées à la lumière. Je n'ai pu reconnaître encore ce qui se produit quand toute la matière nutritive emmagasinée dans le rhizome est épuisée.

Il faut rapprocher, ce me semble, des faits précédents, ceux que j'ai observés sur les bulbes d'*Allium Cepa* et de *Crocus vernus*.

Le 1^{er} février, je plantai à l'obscurité 18 bulbes de *Crocus*, après en avoir disséqué deux pour déterminer exactement le degré de développement des différentes parties. En ce qui concerne les faits dont il est question, il suffit de dire que les cellules du parenchyme des feuilles renferme un protoplasma jaune très dense, et sans différenciation vers les bords de la feuille, différencié dans les parties les plus voisines du sommet en masse protoplasmique fondamentale et en grains de chlorophylle jaunes.

Les 18 bulbes ne tardèrent pas à se développer; par une température constante de 25°, ils commencèrent à montrer, le 25 février, l'extrémité de leurs feuilles; bien que l'obscurité fût complète, l'extrémité de ces feuilles était verte; les grains de chlorophylle s'étaient colorés; soumis à l'action des rayons solaires, ils dégagèrent aussitôt de l'oxygène.

Plusieurs bulbes d'*Allium Cepa* furent enfermés le 10 novembre 1878 dans une boîte de métal placée elle-même au fond d'une armoire bien sèche, à l'abri de la lumière par conséquent. Ces bulbes, repris le 10 avril 1879, avaient commencé à développer des feuilles dont la longueur était alors de 3 à 5 centimètres. Ces feuilles étaient colorées en vert sombre; le parenchyme renfermait une quantité considérable de grains de chlorophylle tellement serrés les uns contre les autres, que leur forme était polyédrique. Quelques-unes de ces feuilles furent enlevées et placées dans des éprouvettes comparativement avec de jeunes feuilles de *Maïs* présentant sensiblement la même surface. Après une demi-heure d'action d'un soleil bien pâle, les feuilles d'*Allium*, aussi bien que les feuilles de *Maïs*, dégageaient des bulles d'oxygène. Les autres bulbes furent maintenus à l'obscurité, mais dans une atmosphère assez humide; les feuilles s'allongèrent en pâlisant à mesure que les cellules devenaient plus grandes. A plusieurs reprises on coupa des feuilles pour étudier l'état de la chlorophylle; les grains conservèrent leur forme normale et assimilèrent avec intensité jusqu'au moment où toute la matière nutritive du bulbe étant épuisée, il ne s'y trouve plus d'amidon et presque plus de glycose. Alors, dans les feuilles de l'*Allium* aussi bien que dans celles du *Crocus*, les grains de chlorophylle s'altérèrent rapidement; ils perdirent la netteté de leurs formes, jaunirent dans l'espace de deux jours, et se transformèrent finalement en granules irréguliers d'aspect graisseux, solubles dans l'éther.

Cette destruction se produit lorsque le bulbe a consommé toutes ses réserves, de la même façon qu'elle se produit dans les feuilles de *Phaseolus*, de Capucine ou d'autres plantes dépourvues de réserves, après quelques heures seulement de privation de lumière.

Dans les différents cas, la formation de la matière chlorophyllienne verte dans les organes placés à l'obscurité accompagne la transformation des matières nutritives emmagasinées. Dans tous les cas, cette matière reste inaltérée tant que le végétal n'a pas épuisé ses réserves; quand celles-ci ont été consommées, la chlorophylle elle-même est détruite et disparaît très rapidement. On ne connaît, que je sache, aucun cas où la chlorophylle se forme à l'obscurité sans que la plante ait à sa disposition des réserves plus ou moins abondantes.

Je crois donc pouvoir admettre que, dans tous les cas étudiés, de la chlorophylle, identique par ses propriétés physiques et physiologiques avec la chlorophylle des feuilles éclairées, peut se former parfois dans les plantes aux dépens de la matière nutritive emmagasinée, bien que ces plantes soient soustraites à l'action de la lumière.

Ces faits me paraissent intéressants en ce qu'ils montrent jusqu'à quel point, dans les expériences relatives à l'influence de la lumière, il faut

tenir compte des réserves nutritives; ces réserves peuvent, dans une certaine mesure, remplacer l'action de la lumière, et préparer la plante à subir plus efficacement cette influence. Je montrerai plus tard que l'importance des matières emmagasinées est plus considérable encore pour la formation des matières colorantes.

SÉANCE DU 11 JUILLET 1879.

PRÉSIDENCE DE M. PRILLIEUX.

M. Bonnet, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. le Président proclame membres de la Société :

MM. LÉONARD (Jean-Baptiste), pharmacien de première classe, place du Pilon, à Nantes, présenté par MM. Geneviev et Messine.

PIPET (Ferdinand-Joseph), pharmacien à Nort (Loire-Inférieure), présenté par MM. Geneviev et Messine.

M. de Valon, ayant rempli les conditions exigées par les Statuts est proclamé membre à vie.

Dons faits à la Société :

Edmond Bonnet, *Notice sur la vie et les travaux d'Édouard Spach.*

Gillot, *Souvenirs d'un voyage botanique en Corse.*

D.-A. Godron, *Études morphologiques sur la famille des Graminées.*

J. G. Baker, *A Synopsis of the genus ÆCHMEA.*

Viaud-Grand-Maraïs, *Note sur le Vichamaroundou.*

Asa Gray, *Structural Botany.*

Hemsley, *Diagnoses plantarum mexicanarum.*

Adolf Bæyer, *Ueber die chemische Synthese.*

J. Klinge, *Vergleichende histologische Untersuchung der Gramineen- und Cyperaceen-Wurzeln.*

M. le Président fait hommage à la Société des *Cyperaceæ et Gramineæ chilenses*, publiées par Emile Desvaux dans le *Flora chilensis* de Claude Gay.

M. Malinvaud fait la communication suivante :